

**PRV**PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET  
Patentavdelningen

REC'D 11 FEB 2005

WIPO

PCT

**Intyg  
Certificate**

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



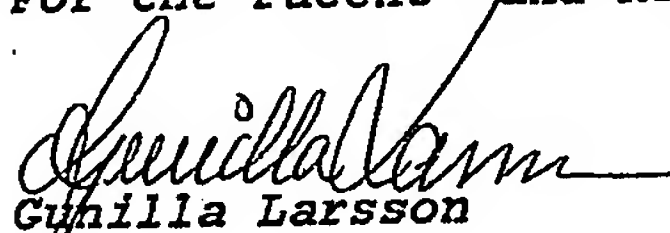
(71) Sökande                      Westinghouse Electric Sweden AB, Västerås SE  
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer    0400142-6  
Patent application number

(86) Ingivningsdatum                      2004-01-26  
Date of filing

Stockholm, 2005-01-18

För Patent- och registreringsverket  
For the Patent- and Registration Office

  
Gunilla Larsson

Avgift  
Fee

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**PATENT- OCH  
REGISTRERINGSVERKET  
SWEDEN**

Postadress/Adress  
Box 5055  
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone  
+46 8 782 25 00  
Vx 08-782 25 00

Telex  
17978  
PATOREG S

Telefax  
+46 8 666 02 86  
08-666 02 86

ref. 55923 SE-2

**Spridare och bränsleenhet för en nukleär anläggning****5 UPPFINNINGENS BAKGRUND OCH TIDIGARE TEKNIK**

Föreliggande uppfinning avser generellt en spridare för att hålla ett antal bränslestavar i reaktor i en nukleär anläggning av lättvattentyp, speciellt en kokarvattenreaktor, BWR, eller en tryckvattenreaktor, PWR.

Mer specifikt avser föreliggande uppfinning en spridare för att hålla ett antal långsträckta bränslestavar avsedda att placeras i en nukleär anläggning, varvid spridaren innesluter ett antal celler som var och en har en längsgående axel och är inrättad att mottaga en bränslestav på så sätt att bränslestaven sträcker sig parallellt med den längsgående axeln, varje cell bildas av ett hylsliknande organ som har en övre kant och en nedre kant, det hylsliknande organet innefattar ett antal långsträckta anliggningsytor som sträcker sig väsentligen parallellt med den längsgående axeln för anliggning mot den bränslestav som skall mottagas i cellen, och den nedre kanten har en vågliknande form med vågtoppar som ligger i linje med var sin av nämnda anliggningsytor och med vågdalar som befinner sig mellan två intilliggande av nämnda anliggningsytor.

Uppfinningen avser också en bränsleenhet för en nukleär anläggning innefattande ett antal långsträckta bränslestavar och ett antal spridare för att hålla bränslestavarna, varvid spridarna innesluter ett antal celler som var och en har en längsgående axel och är inrättad att mottaga en av bränslestavarna på så sätt att bränslestaven sträcker sig parallellt med den längsgående axeln, varje cell bildas av ett hylsliknande organ som har en övre kant och en nedre kant, det hylsliknande organet innefattar ett antal långsträckta anliggningsytor som sträcker sig väsentligen parallellt med den längsgående axeln för anliggning mot

den bränslestav som mottas i cellen, och den nedre kanten, sett tvärs den längsgående axeln, har en vågliknande form med vågtoppar som ligger i linje med var sin av nämnda anliggnings-  
 5 av nämnda anliggningsytor och med vågdalar som befinner sig mellan två intilliggande ytor.

I en reaktor för en nukleär anläggning av den ovan angivna ty-  
 pen är ett stort antal långsträckta bränsleenheter arrangerade i  
 10 reaktorns härd. Varje bränsleenhet innefattar ett antal  
 långsträckta bränslestavar. Varje bränslestav innefattar ett  
 långsträckt kapslingsrör och ett antal bränslekutsar som är an-  
 ordnade i en stapel i kapslingsröret. Bränslestavarna i bränsle-  
 enheten hålls samman med hjälp av ett antal spridare, exempel-  
 15 vis 6-10 spridare, som är fördelade utmed bränsleenhetens  
 längd. Varje spridare definierar celler för mottagande av bräns-  
 lestavarna. Spridarna håller således bränslestavarna i en kor-  
 rekt position i bränsleenheten och har till uppgift att säkerställa  
 att ett konstant inbördes avstånd upprätthålls mellan bränslesta-  
 varna under drift av reaktorn.

20 I en kokarvattenreaktor är bränslestavarna vanligen inneslutna i  
 höljen, så kallade boxar. Varje box innefattar ett relativt stort  
 antal bränslestavar och bildar tillsammans med dessa bränsle-  
 stavar en så kallad bränslepatron som kan lyftas i och ut ur re-  
 25 aktorns härd. Varje bränslepatron kan innefatta en eller flera  
 bränsleenheter. JP-7225291 visar en bränslepatron med en så-  
 dan bränsleenhet. US-A-5,875,223 visar en bränslepatron med  
 fyra sådana bränsleenheter.

30 Härden är nedsänkt i ett kylmedel, vanligtvis vatten, vilket  
 tjänstgör både som kylmedel och som moderator. Bränsleenhe-  
 terna och bränslestavarna är vanligtvis anordnade väsentligen  
 vertikalt i reaktorn. Kylmedlet strömmar vanligtvis nedifrån och  
 upp. Det är viktigt upprätthålla en god kylning av bränslestavar-  
 35 na upprätthålls i reaktorn. I en kokarvattenreaktor är det speci-  
 ellt kritiskt att erhålla en god kylning i den övre delen av bräns-

lestavarna där en avsevärd del av kylmedlet (vatten) har ombildats till ånga. I den övre delen av bränslepatronen befinner sig kylmedlet alltså i ett tvåfastillstånd, varvid vätskefasen dels strömmar som en film på bränslepatronens olika delar, bland annat på bränslestavarnas ytor, spridarna och insidan av höljet, och dels som droppar i ångströmmen. Om kylmedelsfilmen på bränslestavarnas ytor inte bibehålles bildas ett isolerande ångskikt på bränslestaven med snabb temperaturstegring som följd, så kallad torrkokning, vilket kan leda till skador på kapslingsrören.

Spridarnas utformning påverkar kylmedlets strömning och därmed bränslestavarnas kylning. Det är känt att förse spridare med avlänkingsorgan som är anordnade för att avlänka kylmedel mot bränslestavarna. Sådana avlänkingsorgan har dock den nackdelen att de, om de används i stor omfattning medför en väsentlig ökning av spridarens tryckfallskoefficient. Andelen ånga är högst i bränslepatronens övre del. På grund av den höga andelen ånga i bränslepatronens övre del är tryckfallet ofta högre i denna del än i bränslepatronens nedre del. Ju större skillnaden är i tryckfall mellan bränslepatronens övre del och undre del desto större är risken för att hårdheten blir instabil. För att ge bränslepatronen goda stabilitetsegenskaper eftersträvas ett lågt tryckfall i bränslepatronens övre del.

Det finns spridare av ett flertal olika typer, exempelvis spridare bildade av korslagda plåtar, spridare där cellerna bildas av öppna element med stödpunkter och fjäderorgan och spridare bildade av hylsliknande organ som är sammansvetsade med varandra. De spridare som används idag är vanligtvis tillverkade av zirkoniumbaserade legeringar (Zircaloy), nickelbaserade legeringar (Inconel), kombinationer av dessa legeringar eller rostfritt stål. Föreliggande uppfinning avser en spridare som är bildad av hylsliknande organ.

- En spridare av den inledningsvis angivna typen visas i US-A-5,875,223. Den kända spridaren innefattar således samman-  
svetsade hylsor som bildar de ovan nämnda cellerna. Var och  
en av hylsorna har en nedre kant och en övre kant. Den övre  
5 kanten är parallell med ett plan medan den nedre kanten har en  
vågform med vågtoppar och vågdalar. Syftet med denna utform-  
ning av den nedre kanten är att hindra eventuella skräppartiklar  
i kylmedlet från att fastna i spridaren och således minska nöt-  
ning på bränslestavarna.
- 10 JP-6-148370 visar en hylsspridare för en kokarvattenreaktor.  
Varje hylsa har inbuktningar för anliggning mot den bränslestav  
som sträcker sig genom hylsan. Inbuktningarna sträcker sig en-  
dast över en liten del av hylsans längd. Varje hylsa är vidare  
15 enligt ett exempel vid den nedre änden är försedd med en av-  
fasning. Enligt ett annat exempel har varje hylsa en vågform vid  
den nedre änden av hylsan.
- 20 JP-7-225291 visar en annan hylsspridare för en kokarvattenre-  
aktor. De cirkulär cylindriska hylsorna är här försedda med en  
övre, nedströms ände som har triangulära eller rektangulära ut-  
skott som sträcker sig uppåt. Den nedre änden av hylsan synes  
vara rak. Varje hylsa kan vidare innefatta inbuktningar som  
25 sträcker sig över en endast del av hylsans längd för anliggning  
mot den bränslestav som sträcker sig genom hylsan.
- 30 US-5,331,679 visar en ytterligare variant av en hylsspridare med  
väsentligen cirkulär cylindriska hylsor. Spridaren hålls samman  
med hjälp av ett band som sträcker sig runt spridarens yttre  
omfång. Varje hylsa har relativt korta inbuktningar som tillsam-  
mans med ett fjäderelement bildar anliggningspunkter mot den  
bränslestav som sträcker sig genom hylsan. Både den nedre  
kanten och den övre kanten kan enligt en utföringsform ha en  
vågliknande form med vågtoppar och vågdalar. Vågtopparna hos  
35 den övre kanten synes ligga i linje med var sin vågdal hos den  
nedre kanten.



Vid konstruktionen av en spridare måste hänsyn tas till en mängd olika krav som åtminstone delvis är motstridiga.

- 1) Spridaren skall vara tillräckligt mekaniskt stark för att minska bränslestavarnas utböjning och vibration och för att motstå stora termiska och hydrauliska krafter även vid dimensionerande händelser som anläggningshaverier och jordbävningar.
- 2) Spridaren måste kunna tåla axiella och radiella dimensionsförändringar av bränslestavarna.
- 3) Spridaren måste ge tillräckligt anliggningsyta mot bränslestavarna för att minimera lokal nötning och risk för skador på bränslestavarna.
- 4) Spridaren skall utföras med en minimal mängd material för att minimera neutronabsorptionen.
- 5) Spridaren skall utformas så att den ger minimalt flödesmotstånd och således ett litet tryckfall.
- 6) Spridaren skall vara så utformad att eventuella skräppartiklar i kylmedlet ej fastnar i spridaren på så sätt att dessa skräppartiklar kan utöva nötning på bränslestavarna.
- 7) Spridaren skall vara så utformad att den åstadkommer en god kylning av bränslestavarna genom en lämplig omblandning av kylmedlet.
- 8) Spridaren skall kunna tillverkas på ett relativt enkelt och billigt sätt.

## SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

Ändamålet med föreliggande uppfinning är att åstadkomma en spridare som är mekaniskt stark för att minska bränslestavarnas utböjning och vibration och för att motstå stora termiska och hydrauliska krafter och som tål axiella och radiella dimensionsförändringar hos bränslestavarna.

Ett ytterligare ändamål är att åstadkomma en spridare med en stor anliggningsyta mot bränslestavarna för att minimera lokal nötning och risk för skador på bränslestavarna.

Ett ytterligare ändamål är att åstadkomma en spridare som erfordrar en liten mängd material för att minimera neutronabsorptionen.

5

Ett ytterligare ändamål är att åstadkomma en spridare som ger ett lågt flödesmotstånd.

10

Ett ytterligare ändamål är att åstadkomma en spridare som sørjer för en god kylning av bränslestavarna.

15

Ändamålet uppnås med den inledningsvis angivna spridaren som kännetecknas av att den övre kanten, sett tvärs den längsgående axeln, har en vågliknande form med vågtoppar som ligger i linje med var sin av nämnda anliggningsytor och med vågdalar som befinner sig mellan två intilliggande av nämnda anliggningsytor.

20

I en sådan spridare har de hylsliknande organen således anliggningsytor som har en lång axiell utsträckning vilket säkerställer en lång anliggningslinje mot den bränslestav som sträcker sig genom det hylsliknande organet. Anliggningslinjen är speciellt lång i förhållande till det hylsliknande organets längd och vikt.

25

Med en sådan lång anliggning uppnås en liten nötning mot bränslestavens kapslingsrör. Vidare har varje sådant hylsliknande organ på var sida om varje anliggningsyta, dvs. vid vågdalarna, en väsentligt kortare utsträckning än vid anliggningsytorna och vågtopparna, varvid anliggningsytorna med fördel sträcker sig från den övre kanten till den nedre kanten hos väsentligen

30

varje hylsliknande organ. Med en sådan utformning åstadkoms dessutom en flexibilitet hos det hylsliknande organet så att det vid anliggningsytorna kan röra sig radiellt inåt och utåt och samtidigt kan anliggningsytorna tillåtas att vrida sig kring en mittpunkt i ett radiellt plan. Det hylsliknande organet medger således en viss snedställning av bränslestaven. Därmed uppnås en

35

jämn anliggning mot bränslestaven längs hela anliggningsytans

- längd även vid en utböjning av bränslestaven eller vid andra axiella och/eller radiella dimensionsförändringar av bränslestaven. Den vågliknande formen vid den nedre kanten reducerar också risken för att eventuella skräppartiklar i kylmedelsflödet
- 5 skall fastna i spridaren och nöta mot bränslestaven.

Enligt en utföringsform av uppfinningen innefattar varje hylsliknande organ åtminstone fyra av nämnda anliggningsytor.

- 10 Enligt en ytterligare utföringsform av uppfinningen är var och en av nämnda anliggningsytor bildad av var sin ås som skjuter ut inåt mot den längsgående axeln.

- 15 Enligt en ytterligare utföringsform av uppfinningen ligger de hylsliknande organen an mot varandra i spridaren längs ett förbindningsområde sträcker sig parallellt med den längsgående axeln mellan en av nämnda vågdalar hos den övre kanten och en av nämnda vågdalar hos den nedre kanten. Med fördel kan de hylsliknande organen vidare vara permanent förbundna med
- 20 varandra medelst svetsfogar, varvid nämnda svetsfog kan innefatta en kantsvets vid nämnda förbindningsområde vid åtminstone en av den övre kanten och den nedre kanten.

- 25 Enligt en ytterligare utföringsform av uppfinningen är väsentligen varje hylsliknande organ tillverkat av ett plåtformigt material som är böjt till den hylsliknande formen. Ett sådan plåtformigt material, exempelvis i form av ett band kan på ett enkelt sätt bearbetas och ges en önskad form längs den övre kanten och den nedre kanten. Efter en sådan formning kan det plåtformiga materialet böjas till den hylsliknande formen. Med fördel kan det plåtformiga materialet före nämnda böjning ha ett första förbindningsparti i närheten av en första ände av det plåtformiga materialet och ett andra förbindningsparti i närheten av en andra ände av det plåtformiga materialet, varvid den första änden
- 30 överlappar den andra änden hos det hylsliknande organet efter nämnda böjning. Det första förbindningspartiet och det andra
- 35



förbindningspartiet är företrädesvis permanent förbundna med varandra medelst åtminstone en svetsförbindning, exempelvis åtminstone en punktsvets.

- 5 Enligt en ytterligare utföringsform av uppfinningen är väsentli-  
gen varje hylsliknande organ tillverkat av ett rörformig material  
som är bearbetat till den vågliknande formen hos den övre kan-  
ten och den nedre kanten. Enligt denna utföringsform utgår man  
10 således på mer konventionellt sätt från ett rörmaterial som ka-  
pas till lämpliga längder, varvid den övre kanten och den nedre  
kanten bearbetas till lämplig form.

- Enligt en ytterligare utföringsform av uppfinningen har det hyls-  
liknande organet, sett i den längsgående axelns riktning, fyra  
15 väsentligen ortogonala långsidor, varvid varje långsida innefat-  
tar en av nämnda anliggningsytor. Sådana långsidor tillhanda-  
håller en lämplig elasticitet hos det hylsliknande organet och  
speciellt hos de anliggningsytor som skall ligga an mot bränsle-  
staven. Därvid kan varje långsida innefatta en av nämnda våg-  
20 toppar hos den övre kanten och en av nämnda vågtoppar hos  
den nedre kanten. Vidare har det hylsliknande organet, sett i  
den längsgående axelns riktning, med fördel fyra väsentligen  
ortogonala kortsidor, varvid varje kortsida förbinder två av  
nämnda långsidor och innefattar med ett avsnitt av en av näm-  
25 da vågdalar hos den övre kanten och ett avsnitt av en av näm-  
da vågdalar hos den nedre kanten. Nämnda kantavsnitt kan vara  
väsentligen rakt och vinkelrätt mot den längsgående axeln och  
är således lämpat för att svetsas samman med ett motsvarande  
avsnitt hos ett intilliggande hylsliknande organ.

- 30 Enligt en ytterligare utföringsform av uppfinningen har det hyls-  
liknande organet har en materialtjocklek som är mindre än 0,24  
mm, företrädesvis mindre än eller lika med 0,20 mm och mer fö-  
reträdesvis mindre än eller lika med 0,18 mm. Med en sådan  
35 tunn materialtjocklek uppnås två väsentliga fördelar, nämligen  
en liten materialmängd hos spridaren, vilket ger en låg neutron-

- absorption, och ett lågt flödesmotstånd genom spridaren, vilket bidrar till ett lågt tryckfall i reaktorn. En tunn materialtjocklek bidrar också till uppnåendet av den ovan nämnda flexibiliteten hos det hylsliknande organet och till att göra det hylsliknande organet mindre styvt, vilket underlättar införande av bränslestavarna när bränsleenheten monteras.

- Den nukleära anläggningen är inrättad att medge cirkulation av ett kylmedelsflöde och spridaren är inrättad att befinna sig i detta kylmedelsflöde, varvid spridaren enligt en ytterligare utföringsform av uppfinningen kan innefatta åtminstone en fena för att påverka kylmedelsflödet. En sådan påverkan kan innefatta att kylmedelsflödet styrs i riktning mot åtminstone en intilliggande bränslestav och/eller att turbulens skapas i kylmedelsflödet. På så vis kan en god kylning säkerställas och torrkokning förhindras. Med fördel är nämnda fena bildad av ett materialavsnitt som sträcker sig från det första förbindningspartiet. En sådan fena kan på ett enkelt sätt åstadkommas i samband med tillverkningen av det hylsliknande organet och formningen av det plåtformiga materialet som skall böjas till det hylsliknande organet. I samband med denna böjningsoperation kan även fenan böjas ut till lämplig vinkel. Det hylsliknande organet kan emellertid också innefatta en slits som sträcker sig från åtminstone en av den övre och nedre kanten och som medger utböjning av en del hos det hylsliknande organet för bildande av nämnda fena. Med fördel lutar nämnda fena i förhållande till den längsgående axeln. Vidare kan nämnda fena lämpligen sträcka sig utåt från en nämnda långsidor.

- Enligt en ytterligare utföringsform av uppfinningen har spridaren, sedd i den längsgående axelns riktning, en väsentligen fyrhörnig form och innefattar åtminstone två separata yttre kantelement som sträcker sig längs var sin sida av spridaren. Sådana kantelement bidrar till att öka hållfastheten hos spridaren och hålla samman de hylsliknande organen. Kantelementen kan också med fördel tillhandahålla ytor som är inrättade att under-

lätta bränsleenhetens införande i det inledningsvis nämnda höljet och att skapa en hydraulisk dämpningen mot höljets innervägg under drift av anläggningen.

- 5 Enligt en ytterligare utföringsform av uppfinningen är ett av nämnda fyra hörn reducerat genom frånvaro av ett yttre hylsliknande organ och att spridaren innefattar ett separat inre kantelement som sträcker sig längs två av nämnda sidor och längs nämnda reducerade hörn. Därvid kan det inre kantelementet innefatta en fena som befinner sig vid nämnda reducerade hörn och som lutar uppåt och inåt mot ett centrum hos spridaren.

- 15 Ändamålet uppnås också med den inledningsvis angivna bränsleenheten som kännetecknas av att den övre kanten, sett tvärs den längsgående axeln, har en vågliknande form med vågtoppar som ligger i linje med var sin av nämnda anliggningsytor och med vågdalar som befinner sig mellan två intilliggande av nämnda anliggningsytor.

20

#### KORT BESKRIVNING AV RITNINGARNA

- 25 Föreliggande uppfinning skall nu förklaras närmare med hjälp av olika utföringsformer och med hänvisning till de bifogade ritningarna.

- Fig. 1 visar schematisk en nukleär anläggning.  
 Fig. 2 visar schematiskt en bränslepatron för en kokarvattenreaktor och med fyra bränsleenheter.  
 30 Fig. 3 visar schematiskt en bränslepatron för en tryckvattenreaktor och med en bränsleenhet.  
 Fig. 4 visar en vy från sidan av en spridare för en bränsleenhet.  
 Fig. 5 visar en vy från ovan av spridaren i Fig. 4.  
 35 Fig. 6 visar en vy från sidan av ett hylsliknande organ hos spridaren i Fig. 4.

- Fig. 7 visar en vy från ovan av det hylsliknande organet i Fig. 6.
- Fig. 8 visar en vy från sidan av ett plåtformigt material för bildande av det hylsliknande organet i Fig. 6.
- 5 Fig. 9 visar en vy från ovan av det plåtformiga materialet i Fig. 8.
- Fig. 10 visar en vy från sidan av ett yttre kantelement hos spridaren i Fig. 4.
- Fig. 11 visar en vy från ovan av det yttre kantelementet i Fig. 10.
- 10 Fig. 12 visar en vy från sidan av ett inre kantelement hos spridaren i Fig. 4.
- Fig. 13 visar en vy från ovan av det inre kantelementet i Fig. 12.

15

#### DETALJERAD BESKRIVNING AV OLIKA UTFÖRINGSFORMER AV UPPFINNINGEN

- Fig. 1 visar schematiskt en nukleär anläggning innefattande en reaktor 1. Reaktorn 1 innefattar en reaktortank 2 som innesluter en hård 3. Hården 3 innefattar ett antal bränslepatroner 4 som var och en innefattar ett antal bränslestavar 5, se Fig. 2 och 3. Varje bränslestav 5 innefattar ett kapslingsrör och ett kärnbränsle i form av en stapel med bränslekutsar (ej visade) som är inneslutna i kapslingsröret. Genom den nukleära anläggningen strömmar ett kylmedel, i detta fall vatten, som värms av kärnreaktionen i kärnbränslet. Kylmedlet strömmar genom hården 3 och in i varje bränslepatron 4 i kontakt med varje bränslestav 5. Det uppvärmda kylmedlet leds via en första förbindelse 10 till en anläggning 11 för utvinning av värmeenergin ur kylmedlet. Anläggningen 11 kan innefattar en turbin och en kondensor. Det kylda kylmedlet leds tillbaka till reaktorn 1 via en andra förbindelse 12. Reaktorn 1 kan vara av kokarvattentyp, BWR, varvid kylmedlet förångas i hården 3 och leds till anläggningen 11 såsom ånga för drivning av en ångturbin. Reaktorn 1 kan också vara av tryckvattentyp, PWR, varvid kylmedlet inte förångas
- 20
- 25
- 30
- 35

utan leds till en värmeväxlare hos anläggningen 11 för förångning av ett medium i en annan krets som innefattar en turbin.

Fig. 2 visar schematiskt en bränslepatron 4 för en kokarvattenreaktor. I den visade utföringsformen innefattar bränslepatronen 4 fyra bränsleenheter 20, som var och en innefattar ett flertal bränslestavar 5 och är placerade i var sitt utrymme i en box 21. Mellan dessa utrymmen och de fyra bränsleenheterna 20 sträcker sig kylmedelskanaler. Varje bränsleenhet 20 hålls samman med hjälp av ett antal spridare 30, exempelvis sex till tio spridare 30. En bränslepatron 4 med denna principiella uppbyggnad visas i det inledningsvis nämnda dokumentet, US-A-5,875,223.

Fig. 3 visar schematiskt en bränslepatron 4 för en tryckvattenreaktor. Den visade bränslepatronen 4 innefattar en bränsleenhet 20 som innefattar ett flertal bränslestavar 5. Bränslepatronen 4 innefattar vanligen en övre stödplatta 25, en nedre stödplatta 26 och ett antal led rör 27, som sträcker sig mellan och förbinder stödplattorna 25 och 26 och som kan vara inrättade att mottaga en styrtstav (ej visad). Bränslestavarna 5 i bränsleenheten 20 hålls samman med ett antal spridare 30, exempelvis sex till åtta spridare 30. Bränsleenheten 20 är vidare förbunden med led rören 27 via spridarna 30 på i sig känt sätt.

Spridarnas 30 utformning och tillverkning skall nu förklaras närmare med hänvisning till Fig. 4 - 13. I den utföringsform som visas i Fig. 4 - 13 är spridarna 30 avsedda för en bränslepatron 4 för en reaktor 1 av kokarvattentyp och innefattande fyra bränsleenheter 20. Det skall emellertid noteras att uppfinningen även är tillämplig på bränslepatroner som är avsedda för kokarvattenreaktorer och som innefattar ett annat antal än fyra bränsleenheter, exempelvis endast en bränsleenhet. Uppfinningen är också tillämplig på bränslepatroner 4 för reaktor 1 av tryckvattentyp, se Fig. 3.



5 Spridaren 30 innesluter ett antal celler 31 som var och en har en längsgående axel x, se Fig 6, som är avsedd att sträcka sig väsentligen vertikalt när bränsleenheten 20 är placerad i en reaktor 1. Varje sådan cell 31 är i den visade utföringsformen inrättad att mottaga en bränslestav 5 på så sätt att bränslestaven 5 sträcker sig parallellt med den längsgående axeln x.

10 Varje cell 31 bildas av ett hylsliknande organ 32, se Fig. 6 - 9, som har en övre kant 33 och en nedre kant 34. Det hylsliknande organet 32 innefattar vidare fyra långsträckta anliggningsytor som är anpassade till att ligga an mot den bränslestav 5 som sträcker sig genom cellen 31. Dessa anliggningsytor kan vara utformade på olika sätt, exempelvis såsom väsentligen plana ytor eller som krökta ytor, exempelvis åsar 35. I de visade utföringsformerna är anliggningsytorna bildade av fyra sådana  
15 långsträckta åsar 35 som skjuter ut inåt mot den längsgående axeln x och mot den bränslestav 5 som sträcker sig genom cellen 31. Varje ås 35 sträcker sig väsentligen parallellt med den längsgående axeln x utmed det hylsliknande organets 32 väsentligen hela längd från den övre kanten 33 till den nedre kanten 34. Tack vare att åsarna 35 skjuter ut mot bränslestaven skapas en relativt bred spalt mellan bränslestaven 5 och det hylsliknande organet i närheten av åsarna 35. På så sätt säkerställs en god kylning.

25 Den övre kanten 33 och den nedre kanten 34 har, sett tvärs den längsgående axeln x, en vågliknande form med vågtoppar 36 och vågdalar 37. Vågtopparna 36 hos den övre kanten 33 ligger i linje med en respektive vågtopp 36 hos den nedre kanten 34 och med var sin av åsarna 35. Vågdalarna 37 hos den övre kanten 33 ligger i linje med en respektive vågdal 37 hos den nedre kanten. Vågdalarna 37 befinner sig mellan två intilliggande åsar 35.

35 Varje hylsliknande organ 32 har, sett i den längsgående axelns x riktning, fyra väsentligen ortogonala långsidor 40 som var och

- en innefattar en av åsarna 35. Varje långsida 40 innefattar således också en av vågtopparna 36 hos den övre kanten 33 och en av vågtopparna 36 hos den nedre kanten 34. Vidare har varje hylsliknande organ 32, sett i den längsgående axelns x riktning, 5 fyra väsentligen ortogonala kortsidor 41. Varje kortsida 41 för binder två av långsidorna 40. Varje hylsliknande organ 32 har således, sett i den längsgående axelns x riktning, en åttahörnig grundform, se Fig. 7. Det skall emellertid noteras att denna grundform kan varieras, exempelvis kan de hylsliknande organen 32 ha en mer cirkulär cylindrisk form eller en mer fyrkantig 10 form. Varje kortsida 41 innefattar ett avsnitt av en av vågdalarna 37 hos den övre kanten 33 och ett avsnitt av en av vågdalarna 37 hos den nedre kanten 34. Dessa avsnitt är väsentligen raka och vinkelräta mot den längsgående axeln x.
- 15 De hylsliknande organen 32 ligger såsom framgår av Fig. 5 an mot varandra i spridaren 30 längs ett förbindningsområde som bildas av kortsidorna 41 hos två intilliggande hylsliknande organ 34. Detta förbindningsområde sträcker sig således parallellt med 20 den längsgående axeln x mellan ovan nämnda avsnitt hos en av vågdalarna 37 hos de övre kanterna 33 och ovan nämnda avsnitt hos en av vågdalar 37 hos de nedre kanterna 34. De hylsliknande organen 32 är vidare permanent förbundna med varandra medelst svetsfogar. Varje sådan svetsfog innefattar en 25 kantsvets vid nämnda förbindningsområde vid åtminstone en av den övre kanten 33 och den nedre kanten 34. Företrädesvis är en sådan kantsvets anordnad både vid den övre kanten 33 och den nedre kanten 34. Eftersom kantsvetsarna i detta fall befinner sig vid de motstående vågdalarna 37 kommer de att vara 30 relativt nära varandra, vilket är fördelaktigt ut hållfasthetssynpunkt. De väsentligen raka avsnitten lämpar sig för applicering av sådana kantsvetsar.
- 35 Spridaren 30 har, sedd i den längsgående axelns x riktning, en väsentligen fyrhörnig form, se Fig. 5. Spridaren 30 innefattar åtminstone två separata yttre kantelement 50 som sträcker sig

längs var sin sida av spridaren 30. Ett sådant yttre kantelement 50 visas närmare i Fig. 10 och 11. Spridaren 30 innefattar vidare ett separat yttre kantelement 51 som sträcker sig längs två av sidorna hos spridaren 30. Det inre kantelementet 51 visas närmare i Fig. 12 och 13. Kantelementen 50, 51 skapar således en icke sluten eller öppen ram som bidrar till spridarens 30 hållfasthet och tillhandahåller ytterytor 52 hos spridaren 30. Dessa ytterytor 52 underlättar bränsleenhetens 20 införande i boxen 21 och skapar en hydraulisk dämpning mot boxens 21 innervägg.

10 Tack vare att ramen är öppen i tre hörn tillåts de hylsliknande organen 32 i dessa hörn att fjädra utåt. Såsom framgår av Fig. 4 har kantelementen 50, 51 en längre utsträckning i vertikalled, dvs. parallellt med den längsgående axeln x än de hylsliknande organen 32. I synnerhet sträcker sig kantelementen 50, 51 ett

15 avsevärt stycke ovanför de hylsliknade organens 32 övre ände, vilken befinner sig i höjd med vågtopparna 36.

Såsom framgår av Fig. 5 är ett av spridarens 30 fyra hörn reducerat genom frånvaro av ett yttre hylsliknande organ 32. Syftet med denna reducering är att skapa utrymme för en central vattenkanal genom boxen 21. Det inre kantelementet 51 sträcker sig runt det reducerade hörnet. Det inre kantelementet 51 är således vänt inåt i boxen 21 mot den centrala vattenkanalen. Det inre kantelementet 51 innefattar vidare en fena 53 som befinner sig vid nämnda reducerade hörn och som lutar uppåt och inåt mot ett centrum hos spridaren 30.

20

25

De hylsliknande organen 32 är tillverkade av en nickelbaserad legering såsom Alloy X-750, Alloy 718, Alloy 650, Alloy 690 eller Alloy 600. De hylsliknande organen 32 kan också vara tillverkade av en zirkonymbaserade legering, såsom olika typer av Zircaloy-legeringar, av rostfritt stål eller av kombinationer av dessa legeringar. En viktig aspekt är emellertid att de hylsliknande organen 32 skall ha en liten materialtjocklek som är mindre än 0,24 mm, mindre än eller lika med 0,20 mm eller mindre än eller lika med 0,18 mm.

30

35

- Enligt ett första alternativ är det hylsformiga organet 32 tillverkat av ett plåtformigt material i form av ett plåtband 60, se Fig. 8 och 9. Plåtbandet 60 har den ovan nämnda materialtjockleken.
- 5 Vid tillverkningen bearbetas en plåt till plåtbandet 60 med den i Fig. 8 och 9 visade formen, exempelvis medelst stansning. Plåtbandet 60 böjs sedan till den hylsliknande formen. Plåtbandet 60 har före denna böjning ett första förbindningsparti 61 i närheten av en första ände av plåtbandet 60 och ett andra förbindningsparti 62 i närheten av en andra ände av plåtbandet 60.
- 10 Plåtbandet 60 böjs på ett sådant sätt att efter böjningen överlappar det första förbindningspartiet 61 det andra förbindningspartiet 62. Efter böjningen förbinds förbindningspartierna 61 och 62 med varandra genom applicering av en svetsförbindning, exempelvis i form av två punktsvetsar 63 som sträcker sig genom
- 15 de två partierna 61 och 62, se Fig. 6. Eftersom plåtbandet 60 har en liten materialtjocklek kan den ovan nämnda överlappningen tillåtas med bibehållande av en totalt liten materialmängd hos det hylsliknande organet 32 och utan att det får någon negativ effekt på flödesmotståndet. Tillverkningen av det hylsliknande organet 32 blir med denna metod mycket enkel och de
- 20 övre och nedre kanterna 33, 34 kan på ett enkelt sätt ges den visade vågliknande formen. En ytterligare fördel är att storleken på det hylsliknande organet 32 med avseende på den yttre diametern sett i den längsgående axels x riktning kan varieras på ett enkelt sätt. Detta är väsentligt eftersom det är vanligt att de hylsliknande organen 32 i en spridare innefattar hylsliknande organ 32 med olika diameter.
- 25
- 30 Vid tillverkningen av spridaren böjs således de olika plåtbanden 60 på det ovan beskrivna sättet. Med fördel svetsas de enskilda böjda plåtbanden 60 medelst ovan nämnda punktsvets eller punktsvetsar 63 för att hålla ihop de hylsliknande organen 32 under monteringen av själva spridaren 30. Det är emellertid
- 35 möjligt att ersätta denna eller dessa punktsvetsar 63 med en mer eller mindre tillfällig förbindning under monteringen av själ-

5 va spridaren 30, exempelvis lödning. De hylsliknande organen 32 placeras sedan i en fixtur eller liknande i den position de skall ha i spridaren 30. Därefter svetsas de hylsliknande organen 32 samman med varandra medelst de ovan nämnda kantsvetsarna längs nämnda avsnitt hos vågdalarna 37. Kantsvetsarna kan med fördel utföras som smältsvetsar med hjälp av lasersvetsning eller elektronstrålesvetsning.

10 Det är också möjligt att placera de böjda plåtbanden 60 direkt i en fixtur som håller alla dessa under svetsningen med hjälp av ovan nämnda kantsvetsar, dvs. utan någon sammanfogning av plåtbandens 60 ändpartier 61, 62.

15 Kantelementen 50, 51 kan placeras mot de hylsliknande organen 32 i ovan nämnda fixtur eller liknande och svetsas vid de hylsliknande organen 32 i samband med appliceringen av nämnda kantsvetsar. Det är också möjligt att applicera och svetsa fast kantelementen 50, 51 först efter det att de hylsliknande organen 32 har svetsats vid varandra.

20 Enligt ett andra alternativ är det hylsliknande organ 32 tillverkat av ett rörformig material som har den ovan nämnda materialtjockleken. Det rörformiga materialet kapas till lämplig storlek varefter den övre kanten 33 och den nedre kanten 34 bearbetas till den visade vågliknande formen. De visade åsarna kan åstadkommas genom en pressningsoperation eller vara anordnade på det ursprungliga rörformiga materialet.

30 Åtminstone några av spridarna 30 i bränsleenheten 20 innefattar en eller flera fenor 70 för att påverka kylmedelsflödet. Med en sådan fena 70 kan kylmedlet exempelvis styras i riktning mot åtminstone en intilliggande bränslestav 5. Med en sådan fena 70 kan också skapas turbulens i kylmedelsflödet. Med fördel är en sådan fena 70 bildad av ett materialavsnitt 64 som sträcker sig från det första förbindningspartiet 61, se Fig. 8. En sådan fena 35 70 kan tillverkas på ett enkelt sätt genom en utböjning av mate-



rialavsnittet 64 utanför det första förbindningspartiet 61 längs en vikningslinje 71 på så sätt att fenan 70 sträcker sig utåt från en av långsidorna 40 och lutar i förhållande till den längsgående axeln x.

5

Enligt en annan utföringsform kan det hylsliknande organet 32 innefatta en slits 72 som sträcker sig från den övre kanten 33 och/eller den nedre kanten 34, se Fig. 8. Slitsen 72 medger utbøjning av en del av plåtbandet 60 eller det rörformiga materia-

10

let för bildande av fenan 70, se även WO02/03394 som visar hur en sådan fena 70 kan åstadkommas.

15

Uppfinningen är inte begränsad till de visade utföringsformerna utan kan varieras och modifieras inom ramen för de efterföljande patentkraven. Exempelvis skall noteras att den angivna vågformen kan inkludera alla tänkbara vågformer, såsom en ren sinusvåg, en fyrkantvåg, en trekantvåg och blandningar av dessa former.

PRUD 0125

Patentkrav

1. Spridare för att hålla ett antal långsträckta bränslestavar (5) avsedda att placeras i en nukleär anläggning, varvid
- 5 spridaren (30) innesluter ett antal celler (31) som var och en har en längsgående axel (x) och är inrättad att mottaga en bränslestav (5) på så sätt att bränslestaven sträcker sig parallellt med den längsgående axeln (x),
- 10 varje cell (31) bildas av ett hylsliknande organ (32) som har en övre kant (33) och en nedre kant (34),
- det hylsliknande organet (32) innefattar ett antal anliggningsytor (35) som sträcker sig väsentligen parallellt med den längsgående axeln (x) för anliggning mot den bränslestav (5) som skall mottagas i cellen (31), och
- 15 den nedre kanten (34), sett tvärs den längsgående axeln (x), har en vågliknande form med vågtoppar (36) som ligger i linje med var sin av nämnda anliggningsytor (35) och med vågdalar (37) som befinner sig mellan två intilliggande av nämnda anliggningsytor (35),
- 20 kännetecknad av att den övre kanten (33), sett tvärs den längsgående axeln (x), har en vågliknande form med vågtoppar (36) som ligger i linje med var sin av nämnda anliggningsytor (35) och med vågdalar (37) som befinner sig mellan två intilliggande av nämnda anliggningsytor (35).
- 25
2. Spridare enligt krav 1, kännetecknad av att nämnda långsträckta anliggningsytor (35) sträcker sig från den övre kanten (33) till den nedre kanten (34).
- 30
3. Spridare enligt något av kraven 1 och 2, kännetecknad av att varje hylsliknande organ (32) innefattar åtminstone fyra av nämnda anliggningsytor (35).
- 35
4. Spridare enligt något av de föregående kraven, kännetecknad av att var och en av nämnda anliggningsytor är bildad av

var sin ås (35) som skjuter ut inåt mot den längsgående axeln (x).

5. Spridare enligt något av de föregående kraven, kännetecknad av att de hylsliknande organen (32) ligger an mot varandra i spridaren (30) längs ett förbindningsområde som sträcker sig parallellt med den längsgående axeln (x) mellan en av nämnda vågdalar (37) hos den övre kanten (33) och en av nämnda vågdalar (37) hos den nedre kanten (34).
6. Spridare enligt något av de föregående kraven, kännetecknad av att de hylsliknande organen (32) är permanent förbundna med varandra medelst svetsfogar.
7. Spridare enligt kraven 5 och 6, kännetecknad av att nämnda svetsfog innefattar en kantsvets vid nämnda förbindningsområde vid åtminstone en av den övre kanten (33) och den nedre kanten (34).
8. Spridare enligt något av de föregående kraven, kännetecknad av att väsentligen varje hylsliknande organ (32) är tillverkat av ett plåtformigt material (60) som är böjt till den hylsliknande formen.
9. Spridare enligt krav 8, kännetecknad av att det plåtformiga materialet (60) före nämnda böjning har ett första förbindningsparti (61) i närheten av en första ände av det plåtformiga materialet (60) och ett andra förbindningsparti (62) i närheten av en andra ände av det plåtformiga materialet (60), varvid den första änden överlappar den andra änden hos det hylsliknande organet (32) efter nämnda böjning.
10. Spridare enligt krav 8, kännetecknad av att det första förbindningspartiet (61) och det andra förbindningspartiet (62) är permanent förbundna med varandra medelst åtminstone en svetsförbindning.

11. Spridare enligt krav 10, kännetecknad av att nämnda svetsförbindning innefattar en punktsvets (63).
- 5 12. Spridare enligt något av kraven 1 till 7, kännetecknad av att väsentligen varje hylsliknande organ (32) är tillverkat av ett rörformigt material som är bearbetat till den vågliknande formen hos den övre kanten (33) och den nedre kanten (34).
- 10 13. Spridare enligt något av de föregående kraven, kännetecknad av att det hylsliknande organet (32) sett i den längsgående axelns (x) riktning har fyra väsentligen ortogonala långsidor (40), varvid varje långsida innefattar en av nämnda anliggnings-  
15 ytor (35).
14. Spridare enligt krav 13, kännetecknad av att varje långsida (40) innefattar en av nämnda vågtoppar (36) hos den övre kanten (33) och en av nämnda vågtoppar (36) hos den nedre kanten (34).
- 20 15. Spridare enligt något av kraven 13 och 14, kännetecknad av att det hylsliknande organet (32) sett i den längsgående axelns (x) riktning har fyra väsentligen ortogonala kortsidor (41), varvid varje kortsida förbinder två av nämnda långsidor (40) och  
25 innefattar med ett avsnitt av en av nämnda vågdalar (37) hos den övre kanten (33) och ett avsnitt av en av nämnda vågdalar (37) hos den nedre kanten (34).
- 30 16. Spridare enligt något av de föregående kraven, kännetecknad av att det hylsliknande organet (32) har en materialtjocklek som är mindre än 0,24 mm.
- 35 17. Spridare enligt något av de föregående kraven, kännetecknad av att det hylsliknande organet (32) har en materialtjocklek som är mindre än eller lika med 0,20 mm.

18. Spridare enligt något av de föregående kraven, kännetecknad av att det hylsliknande organet (32) har en materialtjocklek som är mindre än eller lika med 0,18 mm.

5 19. Spridare enligt något av de föregående kraven, varvid den nukleära anläggningen är inrättad att medge cirkulation av ett kylmedelsflöde och varvid spridaren (30) är inrättad att befinna sig i detta kylmedelsflöde, kännetecknad av att spridaren (30) innefattar åtminstone en fena (70) för att påverka kylmedelsflödet.  
10

20. Spridare enligt kraven 9 och 19, kännetecknad av att nämnda fena (70) är bildad av ett materialavsnitt (64) som sträcker sig från det första förbindningspartiet (61).  
15

21. Spridare enligt något av kraven 19 och 20, kännetecknad av att det hylsliknande organet (32) innefattar en slits (72) som sträcker sig från åtminstone en av den övre kanten (33) och den nedre kanten (34) och som medger utböjning av en del hos det hylsliknande organet (32) för bildande av nämnda fena (70).  
20

22. Spridare enligt något av kraven 20 och 21, kännetecknad av att nämnda fena (70) lutar i förhållande till den längsgående axeln (x).  
25

23. Spridare enligt åtminstone krav 13 och 19, kännetecknad av att nämnda fena (70) sträcker sig utåt från en av nämnda långsidor (40).  
30

24. Spridare enligt något av de föregående kraven, kännetecknad av att spridaren (30) sedd i den längsgående axelns (x) riktning har en väsentligen fyrhörnig form och innefattar åtminstone två separata yttre kantelement (50) som sträcker sig längs var sin sida av spridaren (30).  
35



25. Spridare enligt krav 24, kännetecknad av att ett av hörnen hos den fyrhörniga formen är reducerat genom frånvaro av ett yttre hylsliknande organ (32) och att spridaren (30) innefattar ett separat inre kantelement (51) som sträcker sig längs två av  
5 nämnda sidor och längs nämnda reducerade hörn.

26. Spridare enligt krav 25, kännetecknad av att det inre kantelementet (51) innefattar en fena (53) som befinner sig vid  
10 nämnda reducerade hörn och som lutar uppåt och inåt mot ett centrum hos spridaren (30).

27. Bränsleenhet för en nukleär anläggning innefattande ett antal långsträckta bränslestavar (5) och ett antal spridare (30) för att hålla bränslestavarna, varvid

15 spridarna (30) innesluter ett antal celler (31) som var och en har en längsgående axel (x) och är inrättad att mottaga en av bränslestavarna (5) på så sätt att bränslestaven sträcker sig parallellt med den längsgående axeln (x),

20 varje cell (31) bildas av ett hylsliknande organ (32) som har en övre kant (33) och en nedre kant (34),

det hylsliknande organet (32) innefattar ett antal långsträckta anliggningsytor (35) som sträcker sig väsentligen parallellt med den längsgående axeln (x) för anliggning mot den bränslestav (5) som mottas i cellen (31), och

25 den nedre kanten (34), sett tvärs den längsgående axeln (x), har en vågliknande form med vågtoppar (36) som ligger i linje med var sin av nämnda anliggningsytor (35) och med vågdalar (37) som befinner sig mellan två intilliggande av nämnda anliggningsytor (35),

30 kännetecknad av att den övre kanten (33), sett tvärs den längsgående axeln (x), har en vågliknande form med vågtoppar (36) som ligger i linje med var sin av nämnda anliggningsytor (35) och med vågdalar (37) som befinner sig mellan två intilliggande av nämnda anliggningsytor (35).

35

Sammandrag

- Uppfinningen avser en spridare för att hålla ett antal långsträckta bränslestavar (5) avsedda att placeras i en nukleär anläggning samt en bränsleenhet med sådana spridare. Spridaren innesluter ett antal celler för mottagande av var sin bränslestav som sträcker sig parallellt med en längsgående axel (x) hos respektive cell. Varje cell bildas av ett hylsliknande organ (32) som har en övre kant och en nedre kant. Det hylsliknande organet innefattar ett antal anliggningsytor som sträcker sig väsentligen parallellt med den längsgående axeln (x) för anliggning mot bränslestaven (5) i cellen. Den nedre kanten (34) och den övre kanten (33) har, sett tvärs den längsgående axeln, en vågliknande form med vågtoppar (36) som ligger i linje med var sin av anliggningsytorna och med vågdalar (37) som befinner sig mellan två intilliggande av anliggningsytorna.

(Fig 6)

PRV04-0128

Fig 1

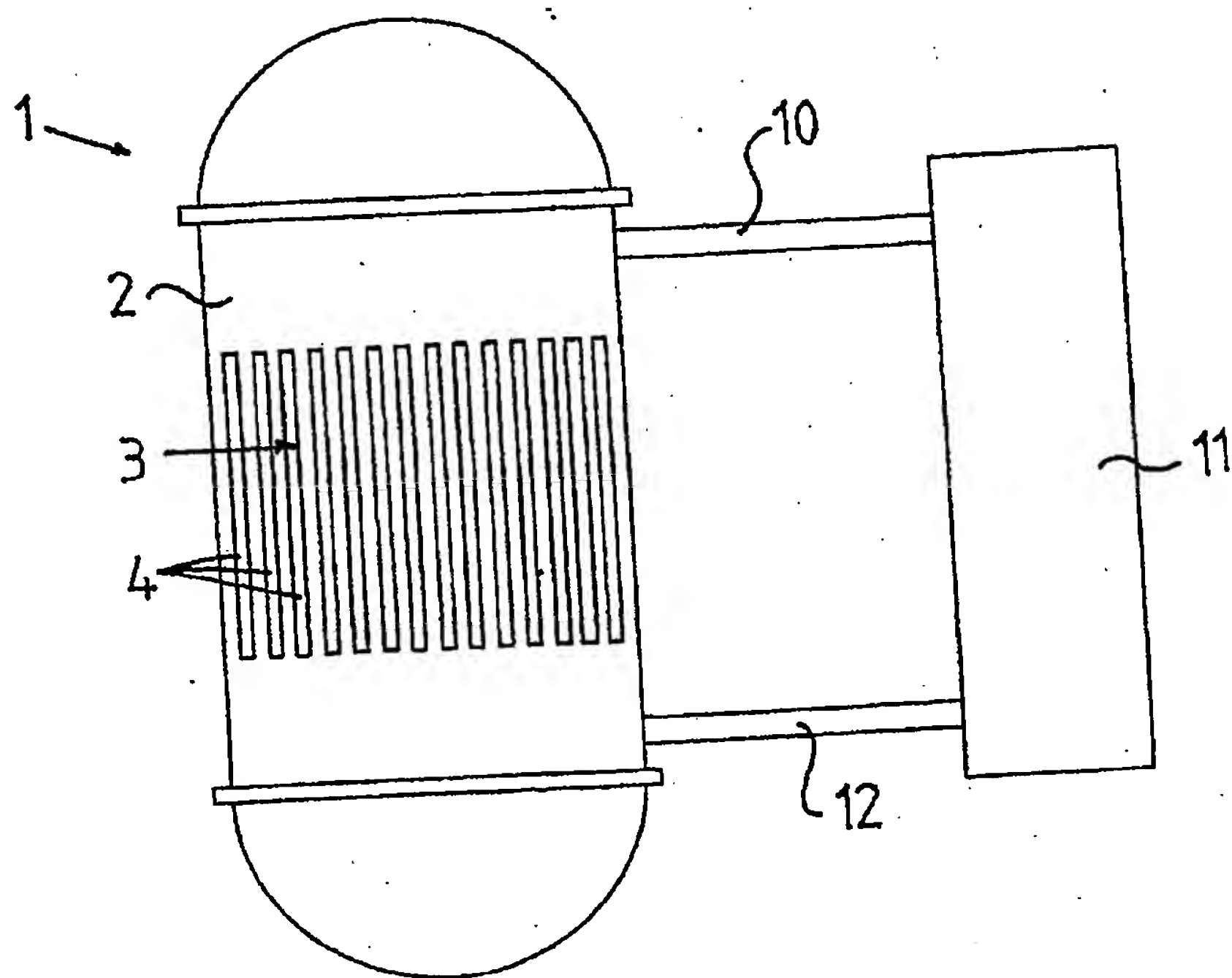


Fig. 2

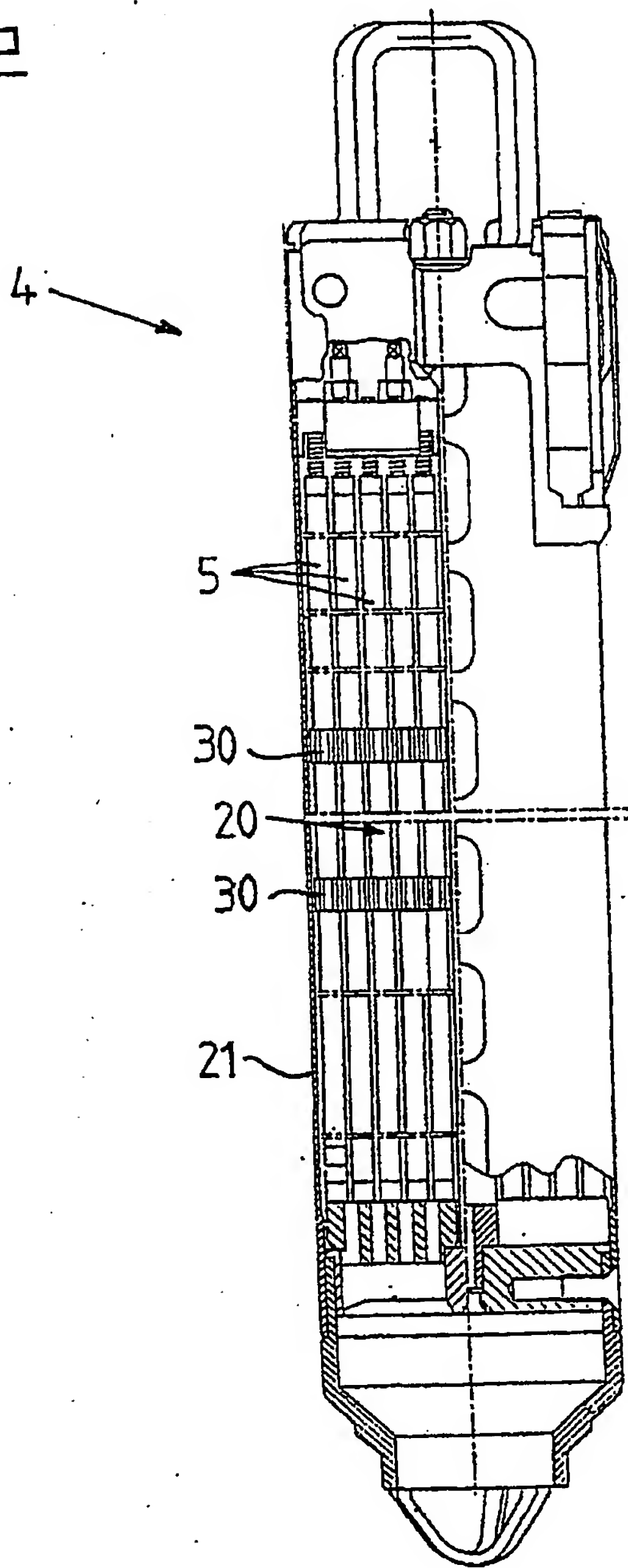


Fig 3

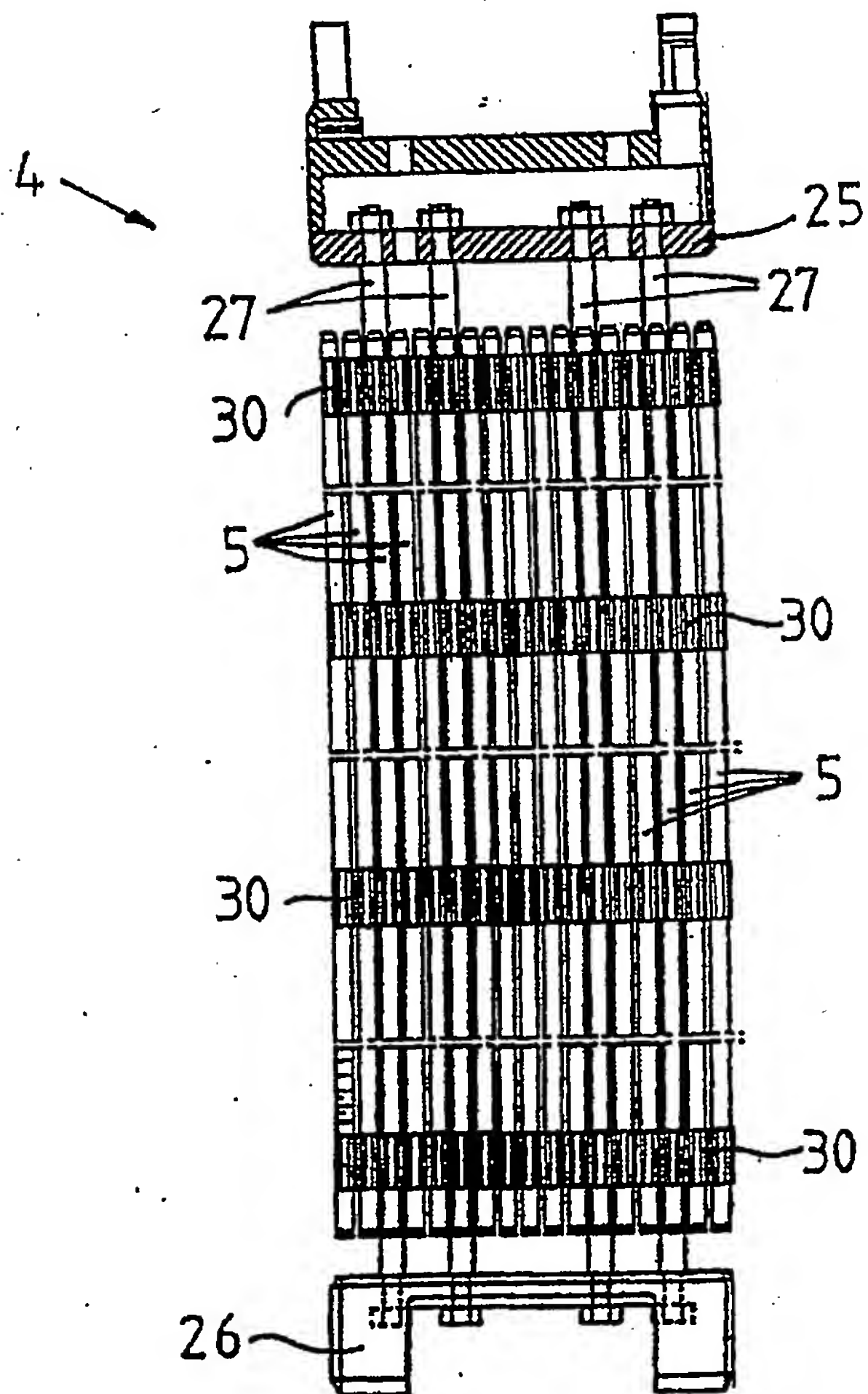




Fig 4

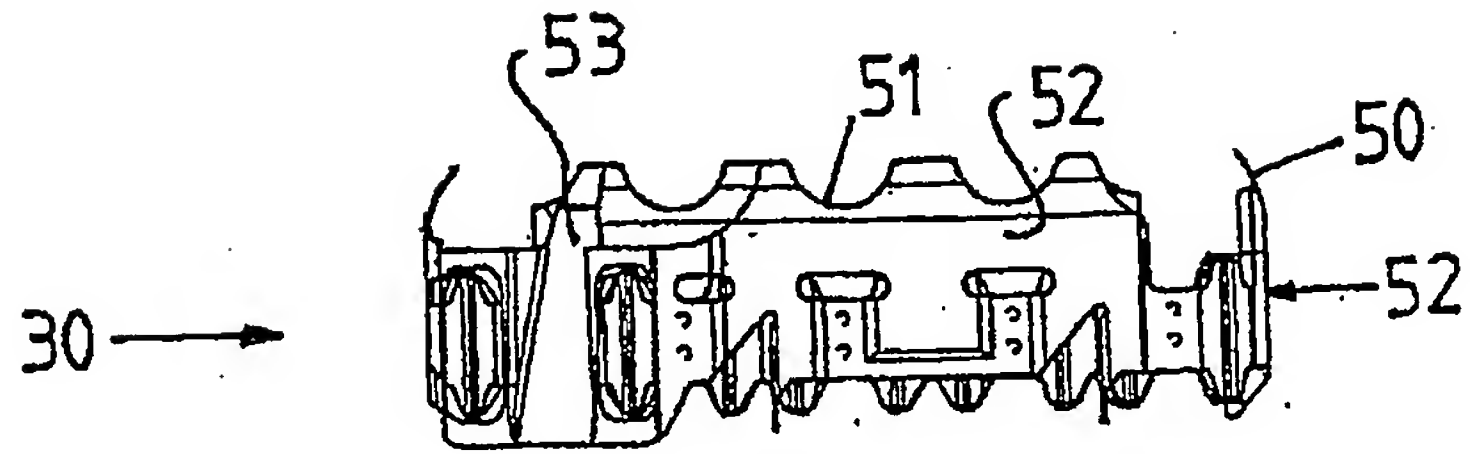
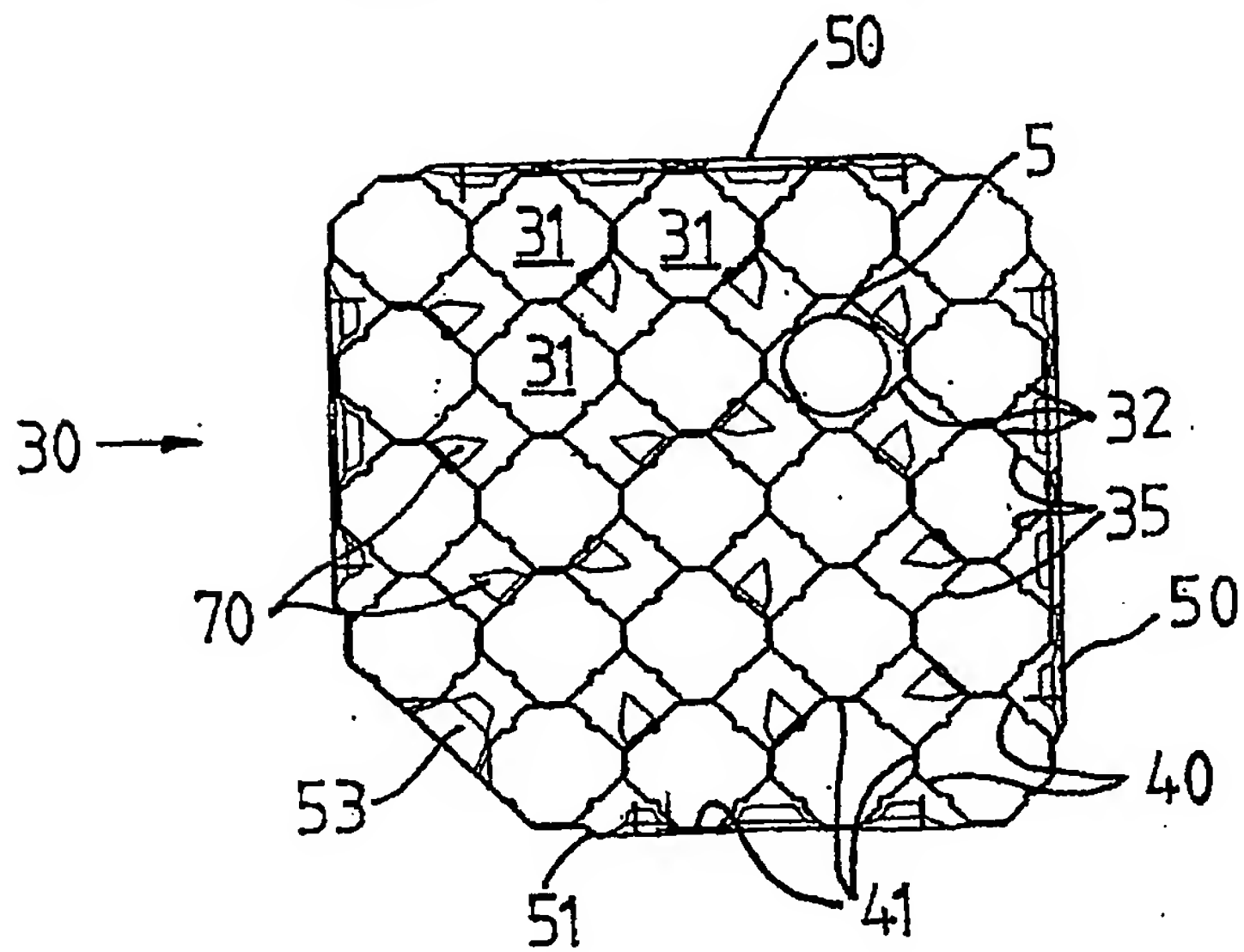


Fig 5



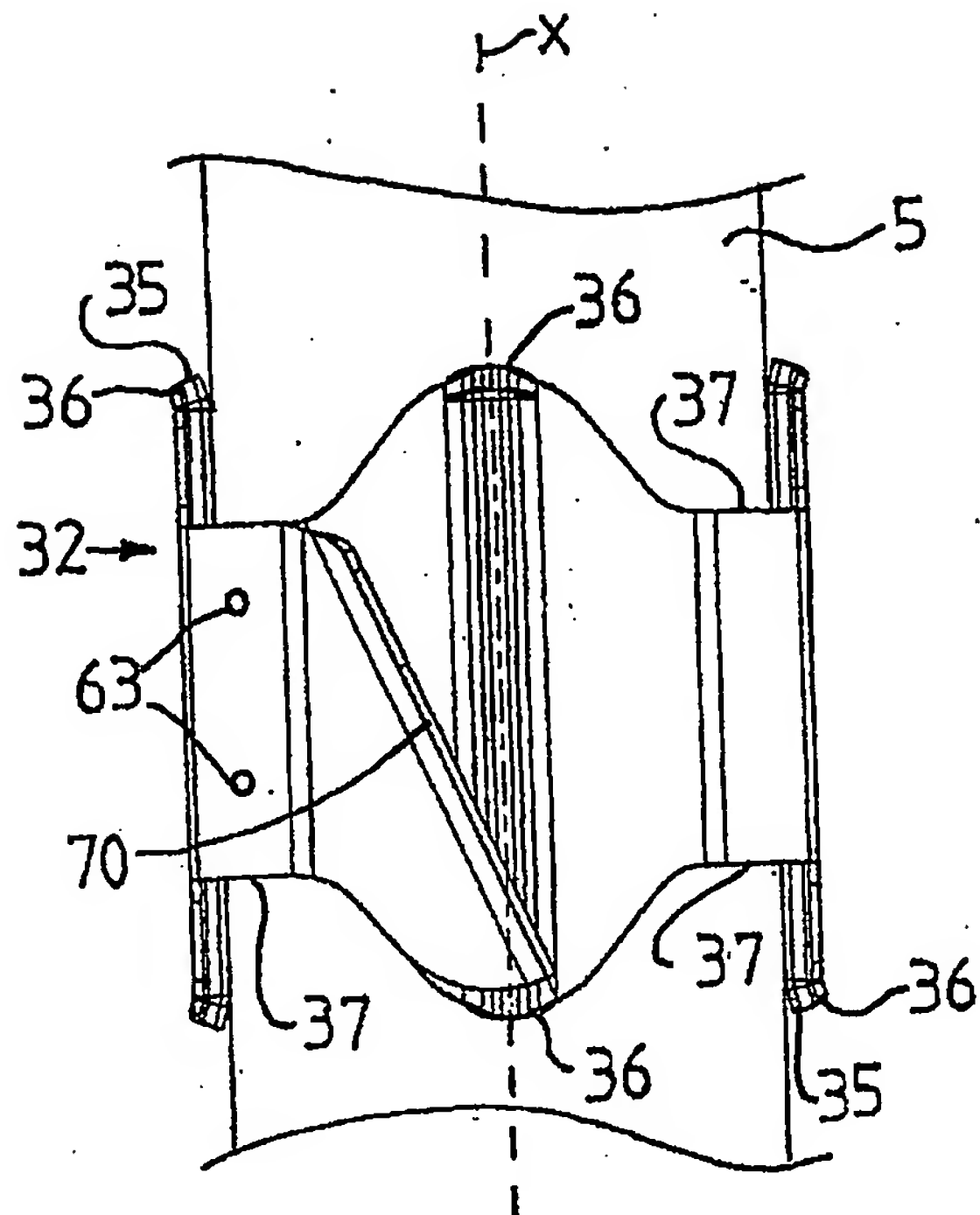


Fig 6

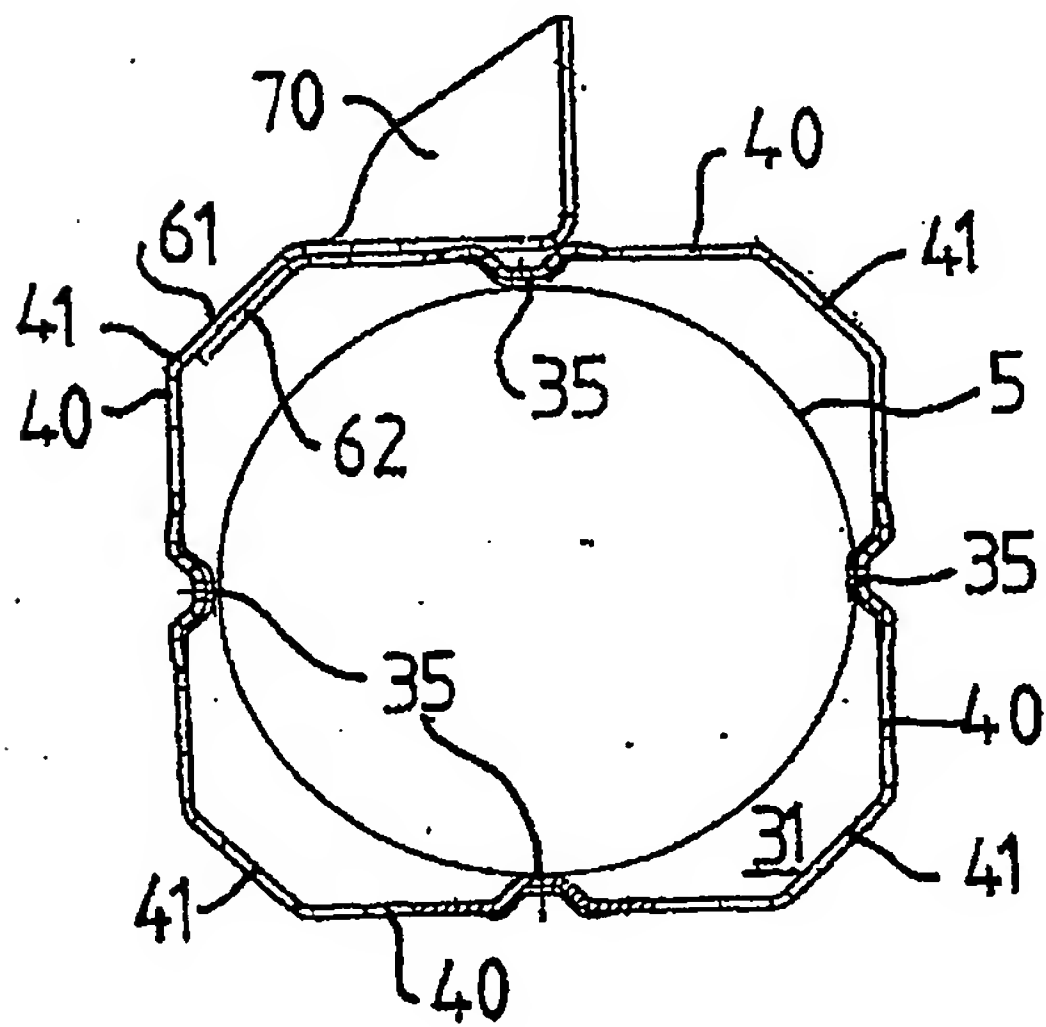
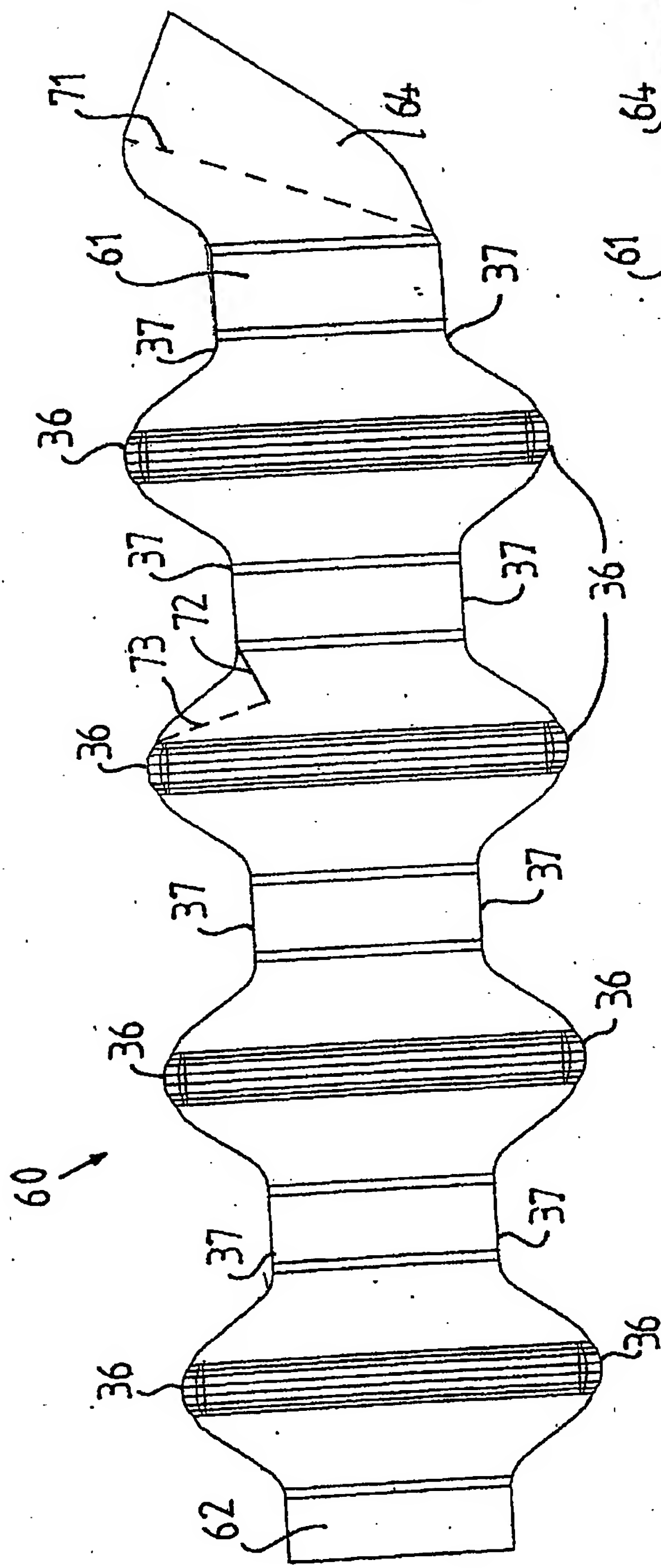


Fig 7

A vertical strip of seven small, square, black-and-white images. Each image shows a different pattern of dots or marks. The patterns are: 1. A single dot in the center. 2. A 3x3 grid of dots. 3. A 5x5 grid of dots. 4. A 7x7 grid of dots. 5. A 9x9 grid of dots. 6. A 11x11 grid of dots. 7. A 13x13 grid of dots.

四



四

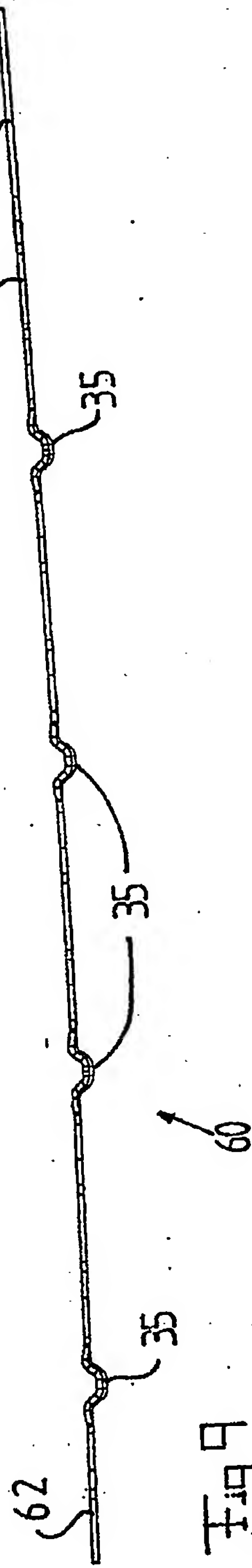


Fig 10

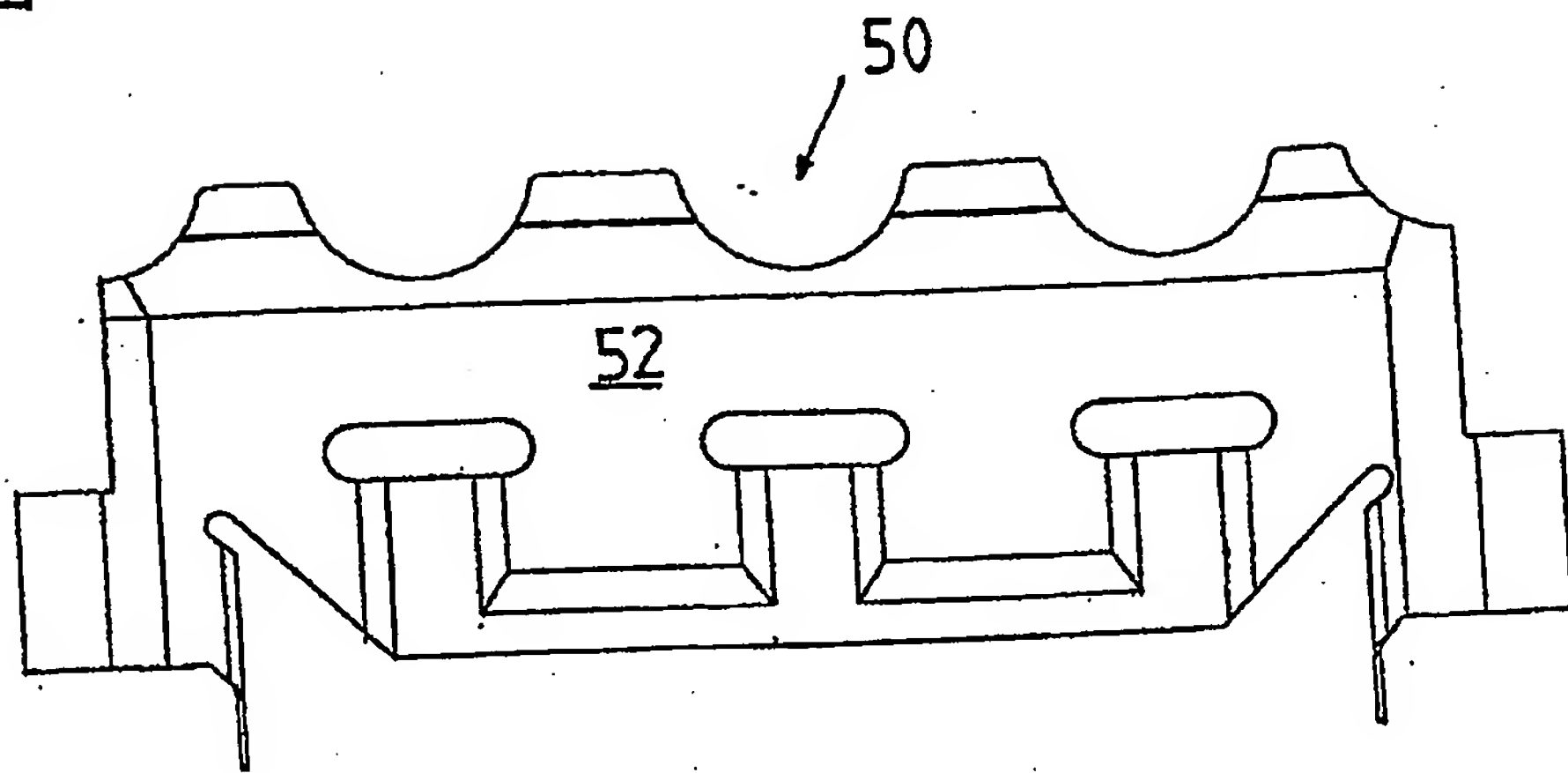
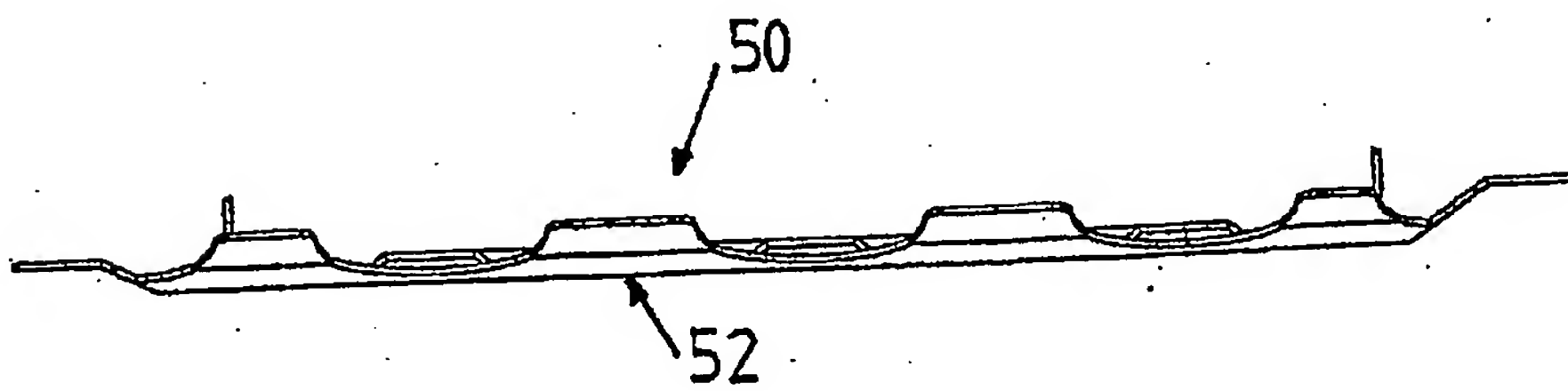


Fig 11



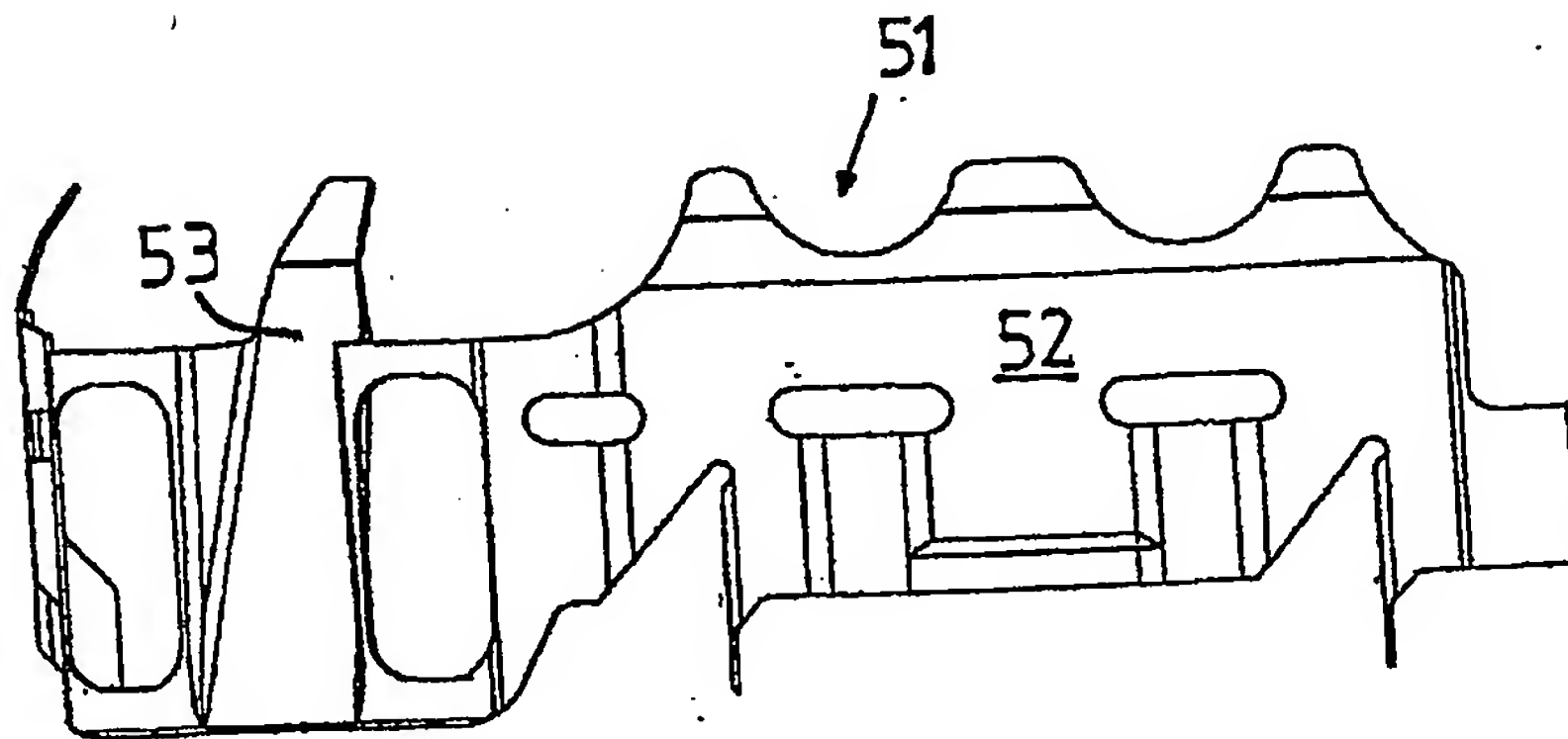


Fig 12

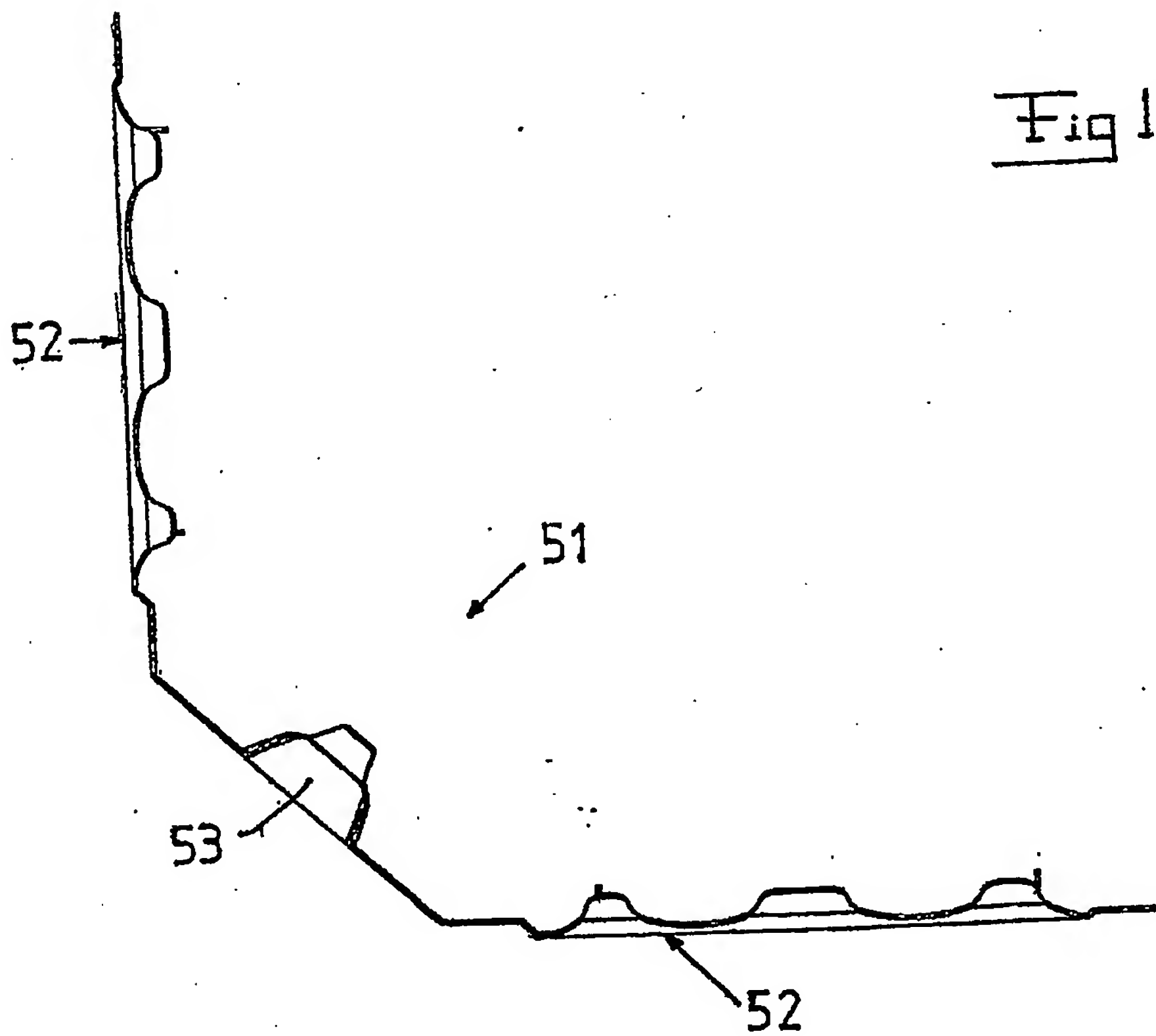


Fig 13